

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОРОДСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ А. Н. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине

***ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ***

*(для студентов 5-6 курсов дневной и заочной форм обучения специальности  
7.06010302 – Рациональное использование и охрана водных ресурсов)*

**Харьков  
ХНУГХ им. А. Н. Бекетова  
2015**

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Оценка воздействия объектов на окружающую среду» (для студентов 5-6 курсов дневной и заочной форм обучения специальности 7.06010302 – Рациональное использование и охрана водных ресурсов) / Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова; сост.: Е. А. Ковалева. – Харьков : ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2015. – 26 с.

Составитель: Е. А. Ковалева

Рецензент: доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и очистки вод ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, к.т.н. Г. И. Благодарная

Утверждено кафедрой водоснабжения, водоотведения и очистки вод, протокол № 6 от 20.12.2013 г.

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	4
<b>Теоретические сведения.....</b>	<b>5</b>
1 Предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в воздушный бассейн.....	5
1.1 Понятие о ПДВ.....	5
1.2 Нормирование и регулирование выбросов вредных веществ в воздушный бассейн.....	6
1.3 Определение размеров (границ) санитарно-защитной зоны с учетом розы ветров.....	9
2 Мероприятия по охране воздушного бассейна.....	13
<b>Практическая часть.....</b>	<b>14</b>
Список источников.....	20
Приложения.....	21

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе самостоятельной работы студенты дневной и заочной форм обучения выполняют расчетно-графическую работу (РГР). Выполняя её, студенты закрепляют практические навыки в области оценки воздействия объектов на окружающую среду.

При оценке РГР учитываются правильность выполнения задания, полнота и качество оформления работы, систематичность выполнения и подготовленность студента к защите работы.

РГР оформляют в виде записки, которая имеет следующие элементы:

- **Титульный лист**, который оформляется по определенной форме (см. *Приложения А и Б*);
- **Содержание**;
- **Основная часть (решение задания)**;
- **Вывод**.

Ориентировочный объем записки 10-15 страниц печатного текста. Графическая часть может выполняться студентом с помощью ПЭВМ или на миллиметровке.

Записка должна быть распечатана на компьютере с одной стороны листа формата А4. Текст печатается шрифтом Times New Roman; размер шрифта 14 пт; междустрочный интервал 1,5 строки; выравнивание текста – по ширине; названия разделов – по центру, полужирное начертание. Поля страницы: верхнее и нижнее – 2 см; справа – 1-1,5 см; слева – 2,5 см. Абзацы в тексте отступают от границы текста на 1,25 см. Нумерацию страниц пояснительной записки проставляют в правом верхнем углу арабскими цифрами. Все формулы должны быть представлены сначала в общем виде с полным указанием всех обозначений, а затем их расчет. Формулы нумеруют в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в этом разделе, разделенных точкой. Номер формулы располагают на уровне формулы в круглых скобках в крайнем правом положении.

Исходные данные к выполнению РГР представлены в *Приложении В*.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1 Предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в воздушный бассейн

#### 1.1 Понятие о ПДВ

ГОСТ 17.2.3.02-78 [1] определяет, что предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира.

Значения ПДВ устанавливаются во всех видах проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий. ПДВ устанавливается как для строящихся, так и для действующих предприятий.

Величина предельно допустимого выброса (ПДВ) вредных веществ является одним из основных показателей экологической безопасности предприятий. Если на участке строительства (реконструкции) предприятия сумма фоновой загрязненности атмосферы и приземных концентраций, создаваемых выбросами данного предприятия, выше ПДК - строительство (реконструкция) не разрешается органами экологической и санитарной инспекций. Чем сильнее фоновое загрязнение воздуха на участке строительства, тем меньше величина ПДВ для проектируемого предприятия. Если  $C_{\phi} \geq \text{ПДК}_{\text{м.р.}}$  - строительство (реконструкция) не разрешается.

Поэтому технологи и проектанты стремятся использовать в проекте предприятия малоотходные, экологически безопасные технологии и оборудование, обеспечивающее минимальную величину выброса вредных веществ (г/с). Уменьшить величину выброса можно также путем улавливания вредных веществ в устье источника выбросов пылегазоочистными аппаратами. Уменьшить величины приземных концентраций можно путем увеличения высоты выброса (трубы) и увеличения расстояния до границы санитарно-защитной зоны с жилой застройкой, где должно соблюдаться  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ . Во всех случаях решения принимаются по результатам расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере после выброса их из источника.

Степень опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха выбросами вредных веществ определяется путем сравнения с  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ , рассчитанного значения приземной концентрации вредных веществ,  $C$  ( $\text{мг/м}^3$ ), которое устанавливается на границе с жилой застройкой при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (когда скорость ветра достигает опасного значения  $u_M$ ).

Должно соблюдаться условие:

$$C^n + C_{\phi}^n \leq \text{ПДК}_{\text{м.р.}}^n \quad (1.1)$$

где  $C^n$  и  $C_\phi^n$  – соответственно расчетная и фоновая концентрация  $n$ -ого вещества на границе санитарно-защитной зоны предприятия с жилой застройкой.

При одновременном совместном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих согласно СН 245–71 суммацией биологического действия, их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы при расчете по формуле

$$q = \frac{C^1}{ПДК^1 - C_\phi^1} + \frac{C^2}{ПДК^2 - C_\phi^2} + \dots + \frac{C^n}{ПДК^n - C_\phi^n} \leq 1 \quad (1.2)$$

где  $C^1, C^2 \dots C^n$  – концентрации отдельных вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности, мг/м<sup>3</sup>;

$ПДК^1, ПДК^2 \dots ПДК^n$  – соответствующие максимально разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м<sup>3</sup> (принимаются по СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий»);

$C_\phi^1, C_\phi^2 \dots C_\phi^n$  – соответствующие фоновые концентрации вредных веществ (мг/м<sup>3</sup>), принимаются по данным городской гидрометеослужбы.

## 1.2 Нормирование и регулирование выбросов вредных веществ в воздушный бассейн

Нормирование проводится с учетом влияния рельефа местности, суммации вредного воздействия нескольких веществ, фоновых концентраций и неблагоприятных метеоусловий, например, скорость ветра более 10 м/с для г. Изюм [4].

Максимальная приземная концентрация вредного вещества,  $C_m$ , при выбросе нагретой газовой смеси из одиночного источника (точечного) с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии,  $X_m$  (м), от источника определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot t \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (1.3)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы в регионе и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, в данной местности,  $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$ ;

$M$  – количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу г/с;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий рельеф местности; (при ровной местности с перепадом высот не более 50 м на 1 км  $\eta = 1$  (в радиусе 2 км));

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

$t$  и  $n$  – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$H$  – высота источника выброса над уровнем земли, м;

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой воздушной смеси  $T_2$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_6$ , град. °C;

$V_1$  – расход газовой воздушной смеси, м<sup>3</sup>/с.

1.2.1 Коэффициент  $A$  ( $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$ ) должен приниматься для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе от источника выброса достигают максимального значения (см. Приложение В).

1.2.2 Количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу определяется по формуле:

$$M = C \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \text{ г/с} \quad (1.4)$$

где  $C$  – концентрация вредного вещества в выбрасываемой газовой воздушной смеси, мг/м<sup>3</sup>;

$V_1$  – расход газовой воздушной смеси, м<sup>3</sup>/с.

1.2.3 Значения безразмерного коэффициента  $F$  должны приниматься:

– для газообразных вредных веществ (сернистого газа, сероуглерода и т.п.) и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) – 1;

– для пыли и золы (кроме указанных выше), если средний эксплуатационный коэффициент очистки равен: не менее 90% – 2; от 75-90 % – 2,5; менее 75 % – 3.

1.2.4 Величину  $\Delta T$  (°C) следует определять, принимая температуру окружающего атмосферного воздуха  $T_6$  по средней температуре наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца года по ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [4], а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой воздушной смеси  $T_2$  – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

1.2.5 Средняя линейная скорость выхода газовой воздушной смеси из устья источника выброса,  $W_0$  (м/с), определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (1.4)$$

где  $D$  – диаметр устья источника выброса, м;

$\omega_0$  – средняя скорость выхода газовой воздушной смеси из устья источника выброса, м/с.

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D^2}, \text{ м/с} \quad (1.5)$$

1.2.6 Значения коэффициента  $m$  определяются в зависимости от параметра  $f$ :

$$f = 1000 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T}; \quad (1.6)$$

При  $f < 100$  коэффициент  $m$  определяется по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad (1.7)$$

При  $f > 100$  коэффициент  $m$  определяется по формуле:

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad (1.8)$$

1.2.7 Коэффициент  $n$  определяется в зависимости от параметра  $V_M$ :

$$V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}; \quad (1.9)$$

Коэффициент  $n$  определяется по формулам:

$$n = 1 \text{ при } V_M \geq 2; \quad (1.10)$$

$$n = 3 - \sqrt{(V_M - 0,3) \cdot (4,36 - V_M)} \text{ при } 0,5 \leq V_M < 2; \quad (1.11)$$

$$n = 3 \text{ при } V_M < 0,3 \quad (1.12)$$

1.2.8 Вычисленные по формуле (1.3)  $C_M$  для каждого отдельного вещества, подставляют в формулы (1.1) и (1.2), оценивают результаты (с учётом суммации и фоновых концентраций) и делают вывод о необходимости и объёме проведения технологических, санитарно-технических и архитектурно-планировочных мероприятий.

Если в воздухе содержатся вещества, обладающие эффектом биологической суммации, то определяется приведённая к одному из этих веществ концентрация. Основным веществом выбирают то, которое относится к наибольшему классу опасности.

$$C_M^{прив} = C_M^1 + C_M^2 \cdot \frac{ПДК \cdot C_1}{ПДК \cdot C_2} + \dots + C_M^n \cdot \frac{ПДК \cdot C_1}{ПДК \cdot C_n} \quad (1.13)$$

Например, эффектом суммации действия обладают сернистый ангидрид и диоксид азота (СН 245-71). Основным веществом является двуокись азота.

Если по результатам расчетов  $C_M^n + C_\phi^n$  сумма превышает  $ПДК_{м.р.}^n$ , то расчет продолжается с целью вычисления расстояния  $X$  (в метрах) на котором концентрации вредных веществ будут равны ПДК.

Если  $C_M^n + C_\phi^n \leq ПДК_{м.р.}^n$ , то величину выброса утверждают как ПДВ и новых воздухоохраных мероприятий не планируют.

1.2.9 На расстоянии,  $X_M$  (м), от источника выброса при неблагоприятных метеорологических условиях по оси факела выброса, достигается максимальная (наибольшая) приземная концентрация вредных веществ,  $C_M$ .

Величина  $X_M$  определяется по формуле:

✓ для газов и мелкодисперсной пыли

$$X_{\max} = d \cdot H, \quad (1.14)$$

где  $d$  – безразмерная величина, зависящая от параметра  $V_M$ :

1) для холодного выброса:

$$\text{при } V_M \leq 2 \quad d = 11,4 \cdot V_M, \quad (1.15)$$

$$\text{при } V_M > 2 \quad d = 16,1 \cdot \sqrt{V_M}; \quad (1.16)$$

2) для горячей газовойоздушной смеси:

$$d = 4,95 \cdot V_M \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } V_M \leq 2, \quad (1.17)$$



$$d = 7 \cdot \sqrt{V_M} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_M > 2; \quad (1.18)$$

✓ для крупнодисперсной пыли ( $F \geq 2$ ):

$$X_{\max} = \frac{5-F}{4} dH. \quad (1.19)$$

1.2.10 Величины приземных концентраций примесей  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях  $X$  (м) от источника выброса определяются по формуле:

$$C = s_1 \cdot C_m, \quad (1.20)$$

где  $s_1$  – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $X/X_m$  и коэффициента  $F$  по рис. 4.2 или по формулам:

$$s_1 = 3(X/X_m)^4 - 8(X/X_m)^3 + 6(X/X_m)^2 \quad \text{при } X/X_m \leq 1; \quad (1.21)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(X/X_m)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < X/X_m \leq 8; \quad (1.22)$$

$$s_1 = \frac{X/X_m}{3,58(X/X_m)^2 - 35,2(X/X_m) + 120} \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } X/X_m > 8; \quad (1.23)$$

$$s_1 = \frac{1}{0,1(X/X_m)^2 + 2,47(X/X_m) - 17,8} \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } X/X_m > 8. \quad (1.24)$$

### 1.3 Определение размеров (границ) санитарно-защитной зоны с учетом розы ветров

Санитарно-защитная зона предприятия (СЗЗ) устанавливается на предприятии в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха до установленных пределов после проведения на предприятии всех мер по очистке промышленных выбросов. Зона должна быть соответствующим образом планировочно организована, озеленена и благоустроена.

Определение размеров СЗЗ сводится к комплексному расчету рассеивания вредных веществ, выделяемых всеми источниками, с учетом суммации их действия и наличия загрязнений, создаваемых соседними предприятиями и транспортом. Полученные размеры санитарно-защитных зон уточняются как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения в зависимости от розы ветров района расположения предприятия по формуле (ОНД-86) [2]:

$$L_i = L_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \text{ м} \quad (1.25)$$

где  $L_0$  – расчетное расстояние от источников загрязнения до границы санитарно-защитной зоны (без учета поправки на розу ветров), до которого концентрации вредных веществ больше ПДК, м;

$P$  – среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба, %;

$P_0$  – повторяемость направлений ветров одного румба (при восьми румбовой розе ветров  $P_0 = 100 / 8 = 12,5\%$ ).

В соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов (СанПиН 2.2.1/2.1.1.200-03 [3]) устанавливаются следующие размеры СЗЗ ( $L_0$ ) предприятий:

- ✓ первого класса – 1000 м;
- ✓ второго класса – 500 м;
- ✓ третьего класса – 300 м;
- ✓ четвертого класса – 100 м;
- ✓ пятого класса – 50 м.

Расчет и построение СЗЗ предприятия производится в два этапа.

Рассмотрим пример.

*Исходные данные:* класс опасности предприятия III (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Среднегодовая повторяемость направлений ветров

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
8	5	4	7	8	8	16	10

Построить розу ветров и СЗЗ зону предприятия.

*1 Этап. Построение розы ветров.*

Для того чтобы уточнить границы СЗЗ предприятия, необходимо сначала построить розу ветров.

Строится роза ветров обычно по средним многолетним данным для месяца, сезона, года, значения которых выписываются из ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [4]. Построение ведут в следующем порядке:

- 1) На листе формата А4 в верхнем правом углу начертите пресекающиеся линии, показывающие основные и промежуточные стороны горизонта. Подпишите названия сторон горизонта (рис. 1.1, а).
- 2) Рассчитайте отношение  $P/P_0$  и результаты занесите в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Расчетная таблица

Направление ветра по румбам	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$P$	8	5	4	7	8	8	16	10
$P/P_0$	0,64	0,40	0,32	0,56	0,64	0,64	1,28	0,80

- 3) Полученные значения (отрезки) отложите в произвольном масштабе от центра в сторону, по направлениям основных румбов, пропорционально повторяемости ветра данного направления и поставьте точки (см. рис. 1.1, а).
- 4) Полученные точки ветров, отмеченные на сторонах горизонта, последовательно соедините линией (см. рис. 1.1, а).
- 5) По построенной розе ветров определите преобладающие ветры. Согласно построенной розе ветров видно (см. рис. 1.1, а), что преобладают западные ветры.

## II Этап. Построение СЗЗ предприятия

СЗЗ строят в середине того же листа формата А4, где и расположена роза ветров. Для этого:

- 1) В центре листа обведите границы предприятия, используя «Карту-схему предприятия», выданную преподавателем, в соответствии с условием задачи.
- 2) Выберите условный центр предприятия и начертите пресекающиеся линии, показывающие основные и промежуточные стороны горизонта. Подпишите названия сторон горизонта (рис. 1.1, б)
- 3) Используя формулу (1.25), рассчитайте значения  $L_i$  и результаты занесите в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Расчетная таблица

Направление ветра по румбам	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$P$	8	5	4	7	8	8	16	10
$P/P_0$	0,64	0,40	0,32	0,56	0,64	0,64	1,28	0,80
$L_i$	192	120	96	168	192	192	384	240

Так как в задании указано, что предприятие относится к III классу опасности, следовательно,  $L_0 = 300$  м.

- 4) Полученные значения  $L_i$  отложите в соответствии с масштабом, указанным на карте-схеме предприятия (например, М 1:10000, т.е. в 1 см 10000 см или в 1 см 100 м) от границы предприятия в сторону, по направлениям, противоположным соответствующему румбу (например, северный ветер вызывает отклонение факела выброса в южную зону и т.д.).
- 5) Полученные точки, отмеченные на сторонах горизонта, последовательно соедините линией (см. рис. 1.1, б).

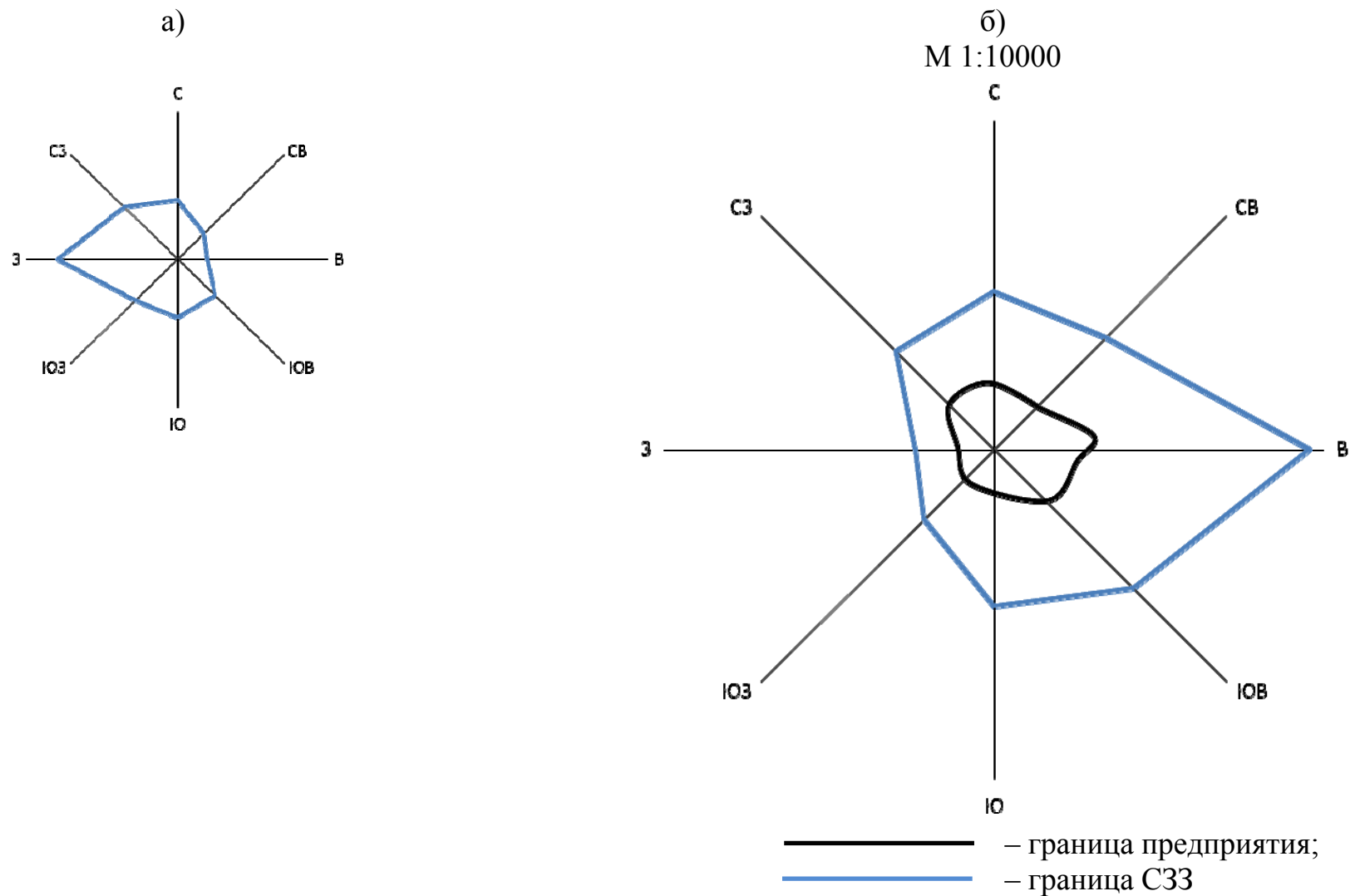


Рисунок 1.1 – Размер СЗЗ предприятия:  
а) – района расположения предприятия; б) – с учетом розы ветров

## **2 Мероприятия по охране воздушного бассейна**

### *2.1 Технологические мероприятия*

2.1.1 Соблюдение технологических норм расхода электроэнергии и пара единицу продукции.

2.1.2 Очистка сырья от вредных примесей (удаление серы из топлива), использование малосернистого мазута с содержанием серы 2% и менее; перевод котельной с угля на мазут или природный газ, перевод предприятия на централизованное теплоснабжение с закрытием местной котельной.

2.1.3 Создание малоотходных технологических процессов (количество отходов меньше 10% от количества сырья); применение рециркуляции отходящих газов (до 100%) в технологическом процессе.

2.1.4 Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР); установка экономайзеров, утилизация тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции для подогрева приточного воздуха.

2.1.5 Замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми.

2.1.6 Применение пневмотранспорта для транспортировки пылящих материалов в деревообрабатывающих цехах, в силикатной промышленности и т. д.

### *2.2 Архитектурно-планировочные мероприятия*

2.2.1 Выбор участка под строительство с учетом розы ветров, рельефа местности, размещения существующих промузлов или промзоны.

2.2.2 Организация санитарно-защитных зон с радиусом от 50 до 1000 м и более в зависимости от класса предприятия и результатов расчета рассеивания ( $L_0$ ).

2.2.3 Посадка в санитарно-защитных зонах лесополос шириной 50 м с газонным разрывом 20 м, отдавая предпочтение районированным на Южном Урале газоустойчивым деревьям и кустарникам (боярышник обыкновенный, смородина золотистая, клен ясенелистный, клен татарский и т. д.), а так же деревьям с высокими пылезащитными свойствами (вяз гладкий, ясень узколистный, клен остролистный, можжевельник и т.д.).

### *2.3 Санитарно-технические мероприятия*

2.3.1 Организация местной аспирационной сети и общеобменной вентиляции цеха (участка) в соответствии с расчетами выделений по каждому веществу (г/с) и соответствующей степени очистки.

2.3.2 Объединение мелких источников в единый источник одной аспирационной сетью.

2.3.3 Установка пылеочистного оборудования с выбором по паспортам и с учетом необходимой степени очистки (Э, %), производительности ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), температурного режима и себестоимости очистки, возможности переработки уловленных вредных веществ в полупродукты или товарные продукты.

2.3.4 Установка газоочистного оборудования, снижающего концентрации вредных веществ на основе процессов: абсорбции, адсорбции, каталитического сжигания. Например, применение мокрого скруббера, угольного адсорбера, печей сжигания, системы нейтрализации отработавших газов (СНОГ) и т.д.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Постановка задачи

Требуется рассчитать:

1. Максимальные приземные концентрации ( $C_m$ ) для  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO$  и сажи.
2. Расстояние ( $X_m$ ) по оси факела, на которой они достигаются. Полученные значения ( $C_m + C_{\Phi}$ ) сравнить с величиной  $ПДК_{м.р.}$ ; в случае превышения  $ПДК_{м.р.}$  необходимо рассчитать расстояние ( $X$ ) в метрах, на котором ( $C_m + C_{\Phi}$ ) будет равно  $ПДК$  или количество циклонов, или необходимую высоту трубы котельной.
3. Построить границы санитарно-защитной зоны ПП с учетом розы ветров.

### Исходные данные

Таблица 1 – Исходные данные по котельной

Высота трубы (H), м	Диаметр трубы (D), м	Температура выброса ( $T_2$ ), °C	Объем выброса ( $V_1$ ), м³/с	Концентрация загрязнений, измеренные в трубах (отходящих газах) котельных ( $C$ ), мг/м³			
				$SO_2$ двуокись серы	$NO_2$ двуокись азота	$CO$ окись углерода	сажа
29,5	1,5	160	8,3	520	72	290	58

Таблица 2 – Фоновые концентрации вредных веществ на участке строительства (эксплуатации) котельной

Населенный пункт	$C_{\Phi}$ , мг/м³			
	$SO_2$	$NO_2$	$CO$	Сажа
Изюм	0,11	0,011	1,2	0,08

Таблица 3 – Роза ветров на участке строительства (эксплуатации) котельной

Населенный пункт	Среднегодовая повторяемость ветров (роза ветров)								$T_{в}$ , °C температура наружного воздуха	А коэф. стратификации
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
Оренбург	8	12	18	7	13	15	19	8	26,9	180

Таблица 4 –  $ПДК$  максимальные разовые для вредных веществ (по СН 245-71), мг/м³

$ПДК_{м.р.}^{SO_2}$	$ПДК_{м.р.}^{NO_2}$	$ПДК_{м.р.}^{CO}$	$ПДК_{м.р.}^{сажи}$
0,5	0,085	3,0	0,15

### Ход решения

Расчет массы выброса в атмосферу по каждому из вредных веществ производится по формуле:

$$M_{SO_2} = C^{SO_2} \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \text{ г/с}$$
$$M_{SO_2} = 520 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} = 4,316 \text{ г/с}$$

$$M_{NO_2} = C^{NO_2} \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \text{ г/с}$$
$$M_{NO_2} = 72 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} = 0,5976 \text{ г/с}$$

$$M_{CO} = C^{CO} \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \text{ г/с}$$
$$M_{CO} = 290 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} = 2,407 \text{ г/с}$$

$$M_{сажу} = C^{сажу} \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \text{ г/с}$$
$$M_{сажу} = 58 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} = 0,4814 \text{ г/с}$$

Расчет  $\Delta T$  (разности температур):

$$\Delta T = T_г - T_в,$$

где  $T_г$  – температура отходящего газа,  $T_г = 160^\circ\text{C}$  (по заданию);

$T_в$  – температура окружающего воздуха; для расчета принята средняя температура наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца года; для г. Изюм  $T_в = 26,9^\circ\text{C}$  [4].

$$\Delta T = 160 - 26,9 = 133,1^\circ\text{C}.$$

Расчет средней скорости выхода газовой смеси (отходящих газов) из устья источника выброса производится по формуле:

$$W_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D^2}, \text{ м/с}$$
$$W_0 = \frac{4 \cdot 8,3}{3,14 \cdot 1,5^2} = \frac{33,2}{7,065} = 4,6992 \text{ м/с}.$$

Расчет параметра  $f$ , производится по формуле:

$$f = 10^3 \cdot \frac{W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \text{ м/с}^2 \cdot \text{град}$$
$$f = 10^3 \cdot \frac{4,6992^2 \cdot 1,5}{29,5^2 \cdot 133,1} = \frac{33,1237}{115830,3} \cdot 10^3 = 0,286 \text{ м/с}^2 \cdot \text{град}.$$

Расчет безразмерного параметра  $m$ , производится по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}},$$
$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,286} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,286}} = \frac{1}{0,94754} = 1,0554 \text{ м/с}.$$

Расчет безразмерного параметра  $V_m$  производится по формуле:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}},$$

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{8,3 \cdot 133,1}{29,5}} = 2,1746 \text{ м/с}.$$

Расчет безразмерного параметра  $n$ :

т.к.  $V_m > 2$ , то  $n = 1$ .

Расчет максимальной приземной концентрации вредных веществ производится по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

где  $\eta = 1$  – для случая ровной или слабо пересеченной местности с перепадом, не превышающим 50 м/км (ОНД 86 [2]);

$A$  – коэффициент стратификации = 180;

$M$  – скорость оседания частиц.

$$C_m^{SO_2} = \frac{180 \cdot 4,316 \cdot 1 \cdot 1,0554 \cdot 1,0}{29,5^2 \cdot \sqrt[3]{8,3 \cdot 133,1}} \cdot 1 = \frac{819,9192}{8996,2964} = 0,0911 \text{ мг/м}^3,$$

$$C_m^{NO_2} = \frac{180 \cdot 0,5976 \cdot 1 \cdot 1,0554 \cdot 1,0}{29,5^2 \cdot \sqrt[3]{8,3 \cdot 133,1}} \cdot 1 = \frac{113,5273}{8996,2964} = 0,0126 \text{ мг/м}^3,$$

$$C_m^{CO} = \frac{180 \cdot 2,407 \cdot 1 \cdot 1,0554 \cdot 1,0}{29,5^2 \cdot \sqrt[3]{8,3 \cdot 133,1}} \cdot 1 = \frac{457,2626}{8996,2964} = 0,0508 \text{ мг/м}^3,$$

$$C_m^{сажу} = \frac{180 \cdot 0,4814 \cdot 3 \cdot 1,0554 \cdot 1,0}{29,5^2 \cdot \sqrt[3]{8,3 \cdot 133,1}} \cdot 1 = \frac{274,3576}{8996,2964} = 0,0305 \text{ мг/м}^3,$$

где  $F_{сажу} = 3$ , а  $F_{газов} = 1$ .

Из перечня вредных веществ, выбрасываемых из трубы котельной, эффектом суммации действия обладают диоксид азота и диоксид серы.

Определяем приведенную к диоксиду азота концентрацию этих веществ, так как диоксид азота относится к наибольшему (второму) классу опасности:

$$C_m^{привNO_2} = C_m^{NO_2} + \left( C_m^{SO_2} \cdot \frac{ПДК_{м.р.}^{NO_2}}{ПДК_{м.р.}^{SO_2}} \right), \text{ мг/м}^3$$

$$C_m^{привNO_2} = 0,0126 + (0,0911 \cdot \frac{0,085}{0,5}) = 0,0281 \text{ мг/м}^3$$

Проверяем условие  $C_m^n + C_\phi^n \leq ПДК_{м.р.}^n$ .

$$C_m^{NO_2} + C_\phi^{NO_2} = 0,0281 + 0,011 = 0,039 \text{ мг/м}^3 < ПДК_{м.р.}^{NO_2} = 0,085 \text{ мг/м}^3$$

$$C_m^{CO} + C_\phi^{CO} = 0,0508 + 1,2 = 1,2508 \text{ мг/м}^3 < ПДК_{м.р.}^{CO} = 3,0 \text{ мг/м}^3$$

$$C_m^{сажу} + C_\phi^{сажу} = 0,0305 + 0,08 = 0,1105 \text{ мг/м}^3 < ПДК_{м.р.}^{сажу} = 0,15 \text{ мг/м}^3$$



### Расчет ПДВ

Для оксида углерода предельно-допустимый выброс составит (есть соблюдение ПДК по СО):

$$ПДВ_{CO} = M_{CO} = 2,407 \text{ т/с} = 75,9071 \text{ т/год}.$$

Мероприятия по достижению ПДК<sub>м.р.</sub> на границе санитарно-защитной зоны по саже, диоксиду серы и диоксиду азота могут быть технологическими, санитарно-техническими, архитектурно-планировочными.

В данном примере решения задачи рассматривается организация санитарно-защитной зоны в зависимости от результатов рассеивания для диоксида азота.

Эффективность улавливания сажи Э циклонами ЦН-24 равна согласно каталогу 80% (или 0,8), тогда:

$$\begin{aligned} ПДВ_{сажи} &= M_{сажи} - (M_{сажи} \cdot \varepsilon), \\ ПДВ_{сажи} &= 0,4814 - (0,4814 \cdot 0,8) = 0,0963 \text{ т/с} = 3,0369 \text{ т/год}. \end{aligned}$$

### Расчет безопасного расстояния до жилой застройки для NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>

Расчет расстояния по оси факела выброса от источника выброса  $X_m$ , на котором достигается величина максимальной приземной концентрации  $C_m$  производится по формуле:

$$X_m = d \cdot H$$

Поскольку в нашем примере  $V_m > 2 \text{ м/с}$ , величину вспомогательного параметра  $d$  определяем по формуле:

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}),$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{2,1746} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,286}) = 12,2273.$$

$$X_m = 12,2273 \cdot 29,5 = 360,7054 \text{ м (для газов SO}_2, \text{ NO}_2\text{)}.$$

Для сажи  $F = 3$ , тогда по формуле:

$$X_m = \frac{(5 - F)}{4} \cdot d \cdot H$$

$$X_m = \frac{(5 - 3)}{4} \cdot 12,2273 \cdot 29,5 = 180,3527 \text{ м}.$$

### Построение границ санитарно-защитной зоны для NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>

Используя исходные данные о розе ветров и формулу (1.25), вычисляем размеры санитарно-защитной зоны по восьми румбам.

$$L_i = L_0 \cdot \frac{P}{P_0},$$

где  $L_i$  – безопасное расстояние по  $i$ -ому румбу;

$$L_0 = X,$$

$$P_0 = 12,5\%.$$

Для газов SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, безопасное расстояние  $X = 360,7054 \text{ м}$ .

Таблица 5 – Расчетная таблица для газов SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, безопасное расстояние  $X = 360,7054$  м

Направление ветра по румбам	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$P$	8	12	18	7	13	15	19	8
$P/P_0$	0,64	0,96	1,44	0,56	1,04	1,2	1,52	0,64
$L_i$	230,85	346,28	519,42	202,00	375,13	432,85	548,27	230,85

Для сажи, безопасное расстояние  $X = 180,3527$  м.

Таблица 6 – Расчетная таблица для сажи, безопасное расстояние  $X = 180,3527$  м

Направление ветра по румбам	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$P$	8	12	18	7	13	15	19	8
$P/P_0$	0,64	0,96	1,44	0,56	1,04	1,2	1,52	0,64
$L_i$	115,43	173,14	259,71	101,00	187,57	216,42	274,14	115,43

### Описание чертежа санитарно-защитной зоны

Чертеж розы ветров и СЗЗ предприятия приведен на рис. 1.

Проводим восемь основных направлений ветра и откладываем расстояние  $L_i$ , учитывая, что северный ветер смещает выбросы на юг и т.д.

В тех случаях, когда расстояние  $L_i < L_0$ , влияние направления ветра не учитывается и по данному румбу откладывается расстояние равное  $L_0$  для гарантии безопасности. На рисунке внутри санитарно-защитной зоны для газов показана санитарно-защитная зона для сажи, следовательно, в нашем примере циклоны для улавливания сажи не нужны. Однако, в тех вариантах, где  $C_m$  газов не превышает ПДК, а  $C_m$  сажи превышает ПДК циклоны потребуются или же санитарно-защитная зона (без циклонов) будет рассчитана по  $L_i$  для сажи.

### Вывод

Для снижения объема загрязняющих веществ устанавливают дополнительное очистное оборудование, но зачастую в малонаселенных пунктах этот наиболее эффективный способ не применяют в связи с дорогой стоимостью оборудования, отсутствием квалифицированного тех.персонала и т.п.

В данном варианте не наблюдается превышение ПДК по газам и саже. Из этого следует, что никаких улучшений проводить не нужно.

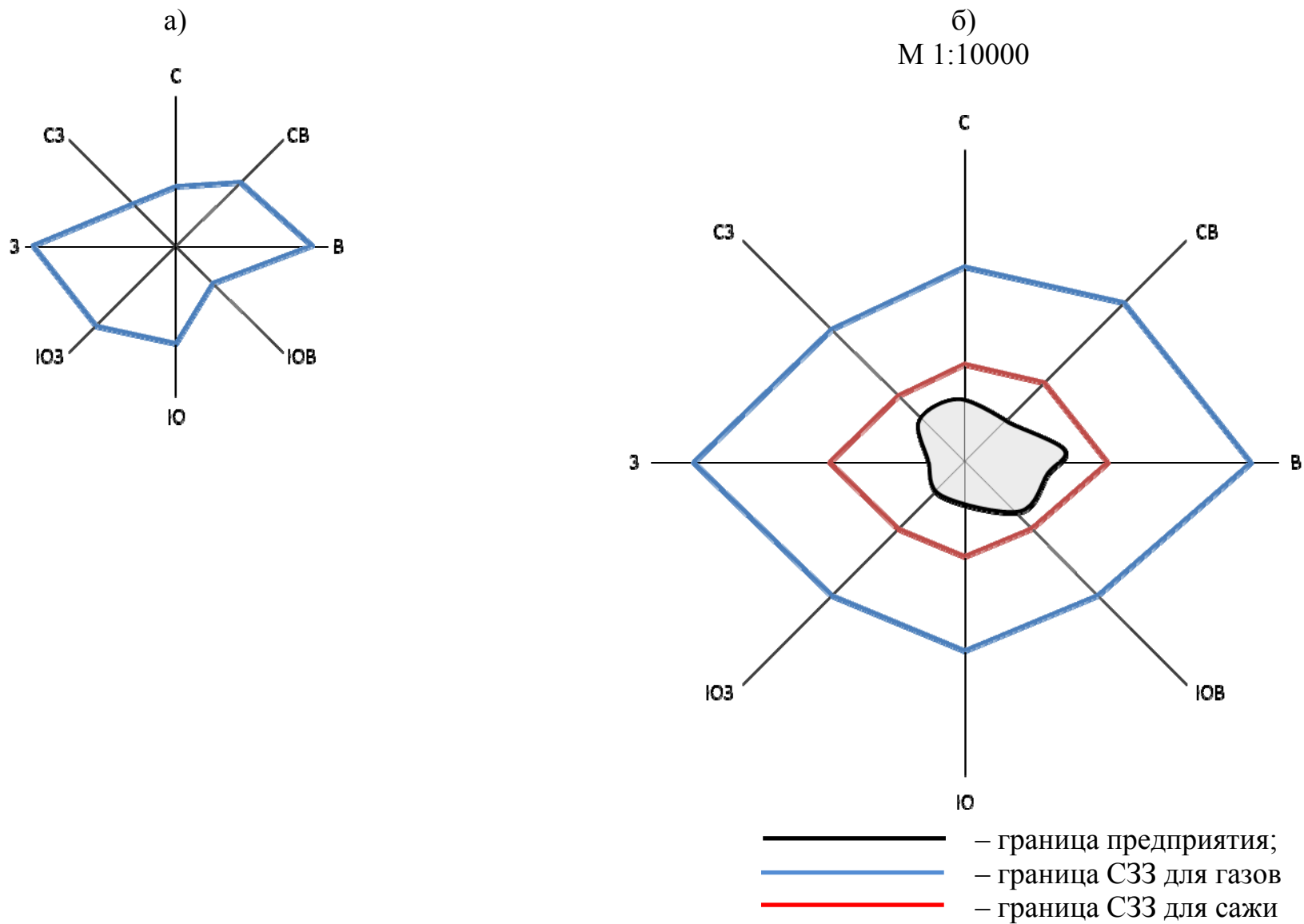


Рисунок 1 – Размер СЗЗ предприятия:  
а) – района расположения предприятия; б) – с учетом розы ветров

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. – М., 1978.
2. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Госкомгиромет, 1986. – 36 с.
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М., 2003. – 23 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
5. Промислова екологія: навч. посібник для вузів / У. У. Гутенев [та інші]; під ред. О. М. Денисова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 719 с.
6. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (ДСП-201-97) (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я N 30 (v0030282-00) від 23.02.2000), затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. N 201. – 2006. – 55 с.
7. Матвеев А. Н. Оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие / А. Н. Матвеев, В. П. Самусенок, А. Л. Юрьев. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 179 с.
8. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере: учеб.-метод. пособие/ В. С. Децук; М-во образования Респ. Беларусь, Беларусь. Гос. Ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 106 с.
9. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Оценка воздействия объектов на окружающую среду» (для студентов 5-6 курсов дневной и заочной форм обучения специальности 7.06010302 «Рациональное использование и охрана водных ресурсов») / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова; сост.: Е. А. Ковалева. – Харьков: ХНУГХ, 2013. – 76 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение А*

Министерство образования и науки Украины  
Харьковский национальный университет городского хозяйства  
имени А.Н. Бекетова  
Кафедра Водоснабжения, водоотведения и очистки вод

### РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине

**«Оценка воздействия объектов на окружающую среду»**

Студента (ки) 5 курса

группы \_\_\_\_\_

специальности **7.06010302 «Рациональное  
использование и охрана водных ресурсов»**

\_\_\_\_\_  
(фамилия и инициалы)

Руководитель: **асс. Ковалева Е.А.**

Национальная шкала \_\_\_\_\_

Количество баллов: \_\_\_\_\_ Оценка: ECTS \_\_\_\_\_

Члены комиссии: доц. Колесник Н.Ю.

г. Харьков – 20\_\_\_\_ год

Министерство образования и науки Украины  
Харьковский национальный университет городского хозяйства  
имени А.Н. Бекетова

Факультет ЦЗО

Декан факультета

проф. Хворост Н.В.

Кафедра ВВ и ОВ

Зав. кафедрой

проф. Душкин С.С.

Специальность

**7.06010302 «Рациональное использование и охрана водных ресурсов»**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

по дисциплине

**«Оценка воздействия объектов на окружающую среду»**

Выполнил(а):

Студент(ка) гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

№ зачетки \_\_\_\_\_

Проверила:

асс. Ковалева Е.А.

г. Харьков – 20\_\_\_\_ год

## Исходные данные к выполнению РГР (КР)

## Исходные данные по котельной

№ вар-та	Высота трубы (H), м	Диаметр трубы (D), м	Температура выброса (T <sub>с</sub> ), °C	Объем выброса (V <sub>1</sub> ), м <sup>3</sup> /с	Концентрация загрязнений, измеренные в трубах (отходящих газах) котельных (C), мг/м <sup>3</sup>			
					SO <sub>2</sub> двуокись серы	NO <sub>2</sub> двуокись азота	CO окись углерода	сажа
1	30,0	1,7	180	8,3	525	75	295	60
2	50,0	1,8	90	12,0	530	80	300	59
3	45,5	1,5	100	12,5	510	60	320	68
4	90,0	1,6	120	13,0	500	75	325	70
5	65,5	2,0	80	13,5	550	95	280	65
6	72,3	1,2	99	14,0	560	65	275	59
7	48,5	1,3	95	15,0	580	55	295	55
8	68,3	1,4	85	11,0	620	68	265	54
9	52,5	1,5	115	10,5	630	69	230	58
10	80,0	1,9	120	10,0	650	49	248	56
11	25,5	1,7	150	9,5	480	58	259	92
12	32,5	1,8	140	10,0	485	59	267	32
13	33,0	1,6	130	10,5	490	56	258	86
14	42,5	1,4	125	11,0	525	53	255	88
15	36,0	1,1	140	15,0	523	87	235	95
16	29,5	1,2	90	14,0	521	85	290	65
17	28,4	1,9	105	13,5	510	89	320	67
18	27,6	1,5	110	13,0	550	93	324	68
19	32,6	1,6	120	12,5	560	98	368	72
20	34,5	1,7	130	12,0	610	72	210	74
21	42,6	1,8	140	9,0	630	74	225	75
22	41,2	1,9	160	12,5	625	78	268	85
23	40,3	1,1	100	13,0	495	98	295	95
24	50,2	1,2	95	13,5	505	96	299	96
25	28,9	1,3	85	14,0	525	85	310	92
26	26,3	1,4	80	15,0	550	84	315	45
27	42,5	1,5	90	8,5	560	83	325	40
28	25,6	1,6	120	9,5	535	65	214	39
29	39,1	1,7	130	10,0	545	62	210	56
30	45,0	1,8	140	12,5	555	49	205	55

**Фоновые концентрации вредных веществ на участке строительства  
(эксплуатации) котельной**

	Населенный пункт	С <sub>ф</sub> , мг/м <sup>3</sup>			
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Сажа
1	Винница	0,15	0,012	1,5	0,012
2	Днепропетровск	0,20	0,015	1,2	0,015
3	Житомир	0,25	0,085	1,3	0,200
4	Бердянск	0,55	0,014	1,4	0,300
5	Запорожье	0,32	0,013	1,9	0,155
6	Киев	0,11	0,011	2,0	0,125
7	Джанкой	0,12	0,015	2,2	0,025
8	Феодосия	0,14	0,020	2,3	0,039
9	Ялта	0,23	0,030	2,5	0,045
10	Львов	0,10	0,022	2,1	0,080
11	Николаев	0,09	0,025	1,9	0,090
12	Полтава	0,08	0,022	1,8	0,010
13	Ровно	0,05	0,021	1,5	0,100
14	Сумы	0,15	0,015	1,6	0,150
15	Харьков	0,16	0,011	1,4	0,250
16	Хмельницкий	0,15	0,010	1,2	0,001
17	Чернигов	0,20	0,014	1,1	0,016
18	Черкассы	0,25	0,017	0,8	0,165
19	Евпатория	0,55	0,030	1,9	0,155
20	Симферополь	0,32	0,040	2,5	0,230
21	Иваново-Франковск	0,11	0,011	2,6	0,235
22	Ужгород	0,12	0,015	3,0	0,014
23	Донецк	0,12	0,016	3,2	0,013
24	Кировоград	0,14	0,017	3,1	0,011
25	Одесса	0,23	0,018	2,0	0,008
26	Тернополь	0,10	0,019	2,5	0,009
27	Херсон	0,09	0,020	1,8	0,015
28	Черновцы	0,08	0,008	1,9	0,016
29	Харьков	0,15	0,009	2,0	0,017
30	Киев	0,22	0,001	1,5	0,019

**ПДК максимальные разовые для вредных веществ (по СН 245-71), мг/м<sup>3</sup>**

$ПДК_{м.р.}^{SO_2}$	$ПДК_{м.р.}^{NO_2}$	$ПДК_{м.р.}^{CO}$	$ПДК_{м.р.}^{сажа}$
0,5	0,085	3,0	0,15



*Данные по коэффициенту стратификации A*

Территория	Коэффициент A
Субтропические зоны Средней Азии (лежащие южнее 40° с.ш.), Бурятия, Читинская область	250
Для европейской территории РФ южнее 50° с.ш., Нижнее Поволжье, Кавказ, Сибирь, Дальний Восток и остальные районы Средней Азии, Молдова, Казахстан	200
Для европейской территории РФ и Урала от 50 до 52° с. ш.	180
Север и Северо-Запад европейской территории РФ (севернее 52° с.ш.), Среднее Поволжье, Урал	160
Украина. Для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м: - в зоне от 50° до 52° с.ш. - а южнее 50° с.ш.	180 200
Центральная части европейской территории РФ: Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

*Навчальне видання*

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи  
з дисципліни

### **«ОЦІНКА ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»**

*(для студентів 5-6 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності  
7.06010302 – Раціональне використання і охорона водних ресурсів)*

(рос. мовою)

Укладач: **КОВАЛЬОВА** Олена Олександрівна

Відповідальний за випуск: проф. кафедри ВВ і ОВ, д.т.н. *С. С. Душкін*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. О. Ковальова*

План 2013, поз. 91М

---

Підп. до друку 20.01.2014

Формат 60x84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 1,5

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rektorat@kname.edu.ua](mailto:rektorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.